

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-025030

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/65
G11B 5/667
G11B 5/738
G11B 5/851

(21)Application number : 2000-210701

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 06.07.2000

(72)Inventor : NAKAZAWA TETSUO
NAITO TAKASHI
YAMAMOTO HIROTAKE
HONDA MITSUTOSHI
HIRANO TATSUMI
TAKAHASHI KEN
KOZONO YUZO

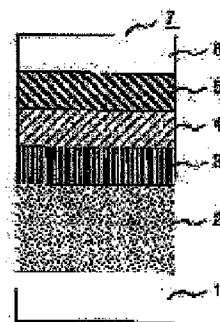
(54) PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM, METHOD FOR PRODUCING THE SAME AND MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a perpendicular magnetic recording medium less liable to generate noise and having high performance by controlling the orientation and grain diameter of the perpendicular magnetic recording medium obtained by forming a soft magnetic film and a magnetic film on a substrate.

SOLUTION: The perpendicular magnetic recording medium has a soft magnetic film 2 formed on a substrate 1 directly or by way of another layer and a magnetic film 4 formed on the soft magnetic film by way of a grain diameter and orientation controlling film 3. Each of the controlling film 3 and the magnetic layer 4 comprises crystal grains grown in a columnar form with respect to the surface of the substrate 1 and grain boundary layers surrounding the lateral faces of the crystal grains, and the grain diameter and grain diameter distribution of at least the controlling film 3 out of the controlling film and the magnetic layer 4 and the width of the grain boundary layers in the film 3 are controlled by regulating the content of one or more compounds selected from the oxides, nitrides and borides of the groups I-IV elements of the periodic table in the film.

図 1



1...基板 2...軟磁性膜 3...粒径・配向制御膜 4...磁性膜
3a...粒径制御膜 3b...磁性層 7...軟磁性膜と磁性膜の界面

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.10.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the vertical-magnetic-recording medium which has the soft magnetism film formed through direct or other layers on a substrate, and the magnetic film formed through particle size and the orientation control film on this soft magnetism film. The particle size and orientation control film, and magnetic layer which were formed on said soft magnetism film. It consists of grain boundary layers which enclose the side face of the crystal which grew in the shape of a column to the substrate front face, and its crystal. Among this particle size and orientation control film, and a magnetic layer, at least distribution of the crystal particle diameter of particle size and the orientation control film, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer the [periodic table] — the vertical-magnetic-recording medium characterized by having included at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and controlling by accommodation of the content rate in the film.

[Claim 2] Said particle size and orientation control film An oxide, Or the 1st constituent which consists of at least one sort of metals or those alloys, the [and / periodic table] — it constitutes from a grain boundary of the particle which consists of the 2nd constituent which is at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and this particle — having — this particle — an oxide — The 1st constituent which is metals or those alloys Or 65 - 98 % of the weight, the [periodic table] — the 2nd constituent which consists of at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride — 35 - 2 % of the weight — it is — the grain boundary phase of this particle — an oxide — or the 1st constituent which is metals or those alloys — 30 - 85 % of the weight — it is — the [periodic table] — the vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 whose 2nd constituent which consists of at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride is 70 - 15 % of the weight.

[Claim 3] The vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 or 2 whose oxide in said particle size and orientation control film is at least one sort of a compound which has Spinel structure.

[Claim 4] The vertical-magnetic-recording medium according to claim 1, 2, or 3 whose oxide which has the Spinel structure in said particle size and orientation control film is cobalt oxide (Co₃O₄).

[Claim 5] The vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 or 2 whose oxide which is the 1st constituent in said particle size and orientation control film is at least one sort of cobalt oxide (CoO), chromic oxide, ferrous oxide, magnesium oxide, manganese oxide, titanium oxide, copper oxide, or nickel oxide.

[Claim 6] The vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 or 2 the metals in said particle size and orientation control film or those alloys of whose are alloys which make Cr, Ti, or these metals a subject.

[Claim 7] For 2-50nm and mean particle diameter (d), thickness is [said particle size and orientation control film / 4-18nm, and the standard deviation (sigma)/d of particle size / the width of face of 25% or less and a grain boundary layer] the vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 to 6 it is [medium] 0.1-2nm.

[Claim 8] Said magnetic film is a vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 to 7 which is the ferromagnetic thin film which consists of an alloy which makes Co a subject and contains at least one sort of elements of Pt, and Cr, Ta and Nb.

[Claim 9] It is the vertical-magnetic-recording medium which has the soft magnetism film formed through direct or other layers on a substrate, and the magnetic film formed through particle size and the orientation control film on this soft magnetism film. distribution of the crystal particle diameter of said magnetic film, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer — the [periodic table] — the vertical-magnetic-recording medium characterized by having included at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and controlling by accommodation of the content rate in the film.

[Claim 10] It consists of at least one sort of components of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, the [alloy / which said magnetic film makes Co a subject and contains at least one sort of elements of Pt, and Cr, Ta and Nb / , and periodic table] — 80 - 98 % of the weight of alloys which make Co a subject and contain at least one sort of elements of Pt, and Cr, Ta and Nb, the [periodic table] — at least one sort in an I-V group's oxide, a nitride, and boride with 20 - 2 % of the weight of a crystal part The alloy which the grain boundary phase of this crystal part makes Co a subject, and contains at least one sort of elements of Pt, and Cr, Ta and Nb is 2 - 20 % of the weight. the [periodic table] — the vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 to 9 using the ferromagnetic thin film whose at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride is 98 - 80 % of the weight.

[Claim 11] It is the vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 to 10 whose width of face of a grain boundary layer 4-14nm, and the standard deviation (σ)/d of particle size of the magnetic film in said vertical-magnetic-recording medium are [10-70nm and mean particle diameter (d)] 25% or less for thickness, and the stacking tendency of an easy axis is vertical to a substrate side, and is 0.1-2nm.

[Claim 12] The vertical-magnetic-recording medium characterized by the ratios (d_1/d_2) of the particle size (d_1) of the particle formed through direct or other layers on the substrate and the particle of the particle size and the orientation control film which consists of grain boundary layers surrounding the side face of this particle, and the particle size (d_2) of the particle of the magnetic film formed on it being 0.7-1.4.

[Claim 13] The vertical-magnetic-recording medium which the thickness (t) of the particle formed through direct or other layers on the substrate, the particle size and the orientation control film which consist of grain boundary layers surrounding the side face of this particle, and the magnetic film formed on it, and the ratio (t/d_2) of mean particle diameter (d_2) are 2-7, and is characterized by an easy axis being vertical to a substrate front face.

[Claim 14] The vertical-magnetic-recording medium according to claim 1 to 13 characterized by the thickness of said soft magnetism film being 10-400nm.

[Claim 15] The vertical-magnetic-recording medium according to claim 14 the thickness of whose said soft magnetism film is formed by Fe, Fe-nickel, Fe-Ta-C, Co-Nb-Zr, Fe-aluminum, Fe-Si, Fe-Co-nickel, Mo-nickel-Mn-Fe, Cu-Cr-nickel-Fe, Fe-Co, Mg-Zn-Fe, Mn-Zn, Co-Nb-Zr, or Co-Fe-B, and is 10-400nm.

[Claim 16] said soft magnetism film — a laminated structure — having — the substrate side soft magnetism film — soft-magnetic-materials independence and the magnetic film side soft magnetism film — distribution of the particle diameter of soft magnetic materials and a soft magnetism particle, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer — the [periodic table] — the vertical-magnetic-recording medium according to claim 15 which contained at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and was controlled by accommodation of the content rate in the film.

[Claim 17] It is the vertical-magnetic-recording medium which has the soft magnetism film formed through direct or other layers on a substrate, and the magnetic film formed through particle size and the orientation control film on this soft magnetism film. The particle size and orientation control film, and magnetic layer which were formed on said soft magnetism film It consists of grain boundary layers which enclose the side face of the crystal which grew in the shape of a column to the substrate front face, and its crystal. Among this particle size and orientation control film, and a magnetic layer, at least distribution of the crystal particle diameter of particle size and the orientation control film, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer the [periodic table] — the vertical-magnetic-recording medium which contains at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and controls by accommodation of the content rate in the film, and is characterized by for coercive force being 2 or more kOes, and surface recording density being two or more 40 Gb/in.

[Claim 18] It is the process of the vertical-magnetic-recording medium which has the soft magnetism film formed through direct or other layers on a substrate, and the magnetic film formed through particle size and the orientation control film on this soft magnetism film. The particle size and orientation control film, and magnetic layer which were formed on said soft magnetism film It consists of grain boundary layers which enclose the side face of the crystal which grew in the shape of a column to the substrate front face, and its crystal. Among this particle size and orientation control film, and a magnetic layer, at least distribution of the crystal particle diameter of particle size and the orientation control film, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer the [periodic table] — the process of the vertical-magnetic-recording medium characterized by including at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and controlling by accommodation of the content rate in the film, and forming the film by the spatter.

[Claim 19] at least one sort of cobalt oxide (Co₃O₄), cobalt oxide (CoO), ferrous oxide, magnesium oxide, manganese oxide, titanium oxide, copper oxide, or nickel oxide — the [65 - 98 % of the weight, and periodic table] — the particle size and the target for orientation control film formation of the vertical-magnetic-recording medium characterized by having mixed 35 to 2% of the weight, and sintering at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride.

[Claim 20] Cobalt oxide (Co₃O₄), cobalt oxide (CoO), ferrous oxide, magnesium oxide, manganese oxide, titanium oxide, copper oxide, or at least one sort of oxides of nickel oxide So that it may become 65 - 98 % of the weight in the crystal grain parts of particle size and the orientation control film to the sintered compact of said oxide the [periodic table] — the particle size and the target for orientation control film formation of the vertical-magnetic-recording medium characterized by having arranged at least one sort of melts or the sintered compact of an I-V group's oxide, a nitride, and boride on said oxide sintered compact front face.

[Claim 21] the melt or the sintered compact of an alloy which makes Ti, Cr(s), or these metals a subject — the [65 - 98 % of the weight, and periodic table] — the particle size and the target for orientation control film formation of the vertical-magnetic-recording medium characterized by having mixed and sintering at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride so that it may become 35 - 2 % of the weight.

[Claim 22] In the drive which carries out revolution actuation of the magnetic-recording medium, and the magnetic recording medium possessing the magnetic head which performs record and playback to said magnetic-recording medium said magnetic-recording medium It is the vertical-magnetic-recording medium which has the soft magnetism film formed through direct or other layers on a substrate, and the magnetic film

formed through particle size and the orientation control film on this soft magnetism film. The particle size and orientation control film, and magnetic layer which were formed on said soft magnetism film It consists of a grain boundary layer which encloses the side face of the crystal which grew in the shape of a column to the substrate front face, and its crystal. Among this particle size and orientation control film, and a magnetic layer, at least distribution of the crystal particle diameter of particle size and the orientation control film, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer the [periodic table] -- the magnetic recording medium characterized by having included at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and controlling by accommodation of the content rate in the film.

[Claim 23] The magnetic recording medium according to claim 22 whose surface recording density of said vertical-magnetic-recording medium is two or more 40 Gb/in.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the target ingredient at the vertical-magnetic-recording medium which realizes the magnetic recording medium and this which have high performance and high-reliability, and its process list.

[0002]

[Description of the Prior Art] Progress of a highly information-oriented society in recent years is remarkable, and the multimedia which unified the information on various gestalten is spreading quickly. Magnetic recording media, such as a magnetic disk drive, are in one of the information recording apparatus supporting this. As for current and a magnetic recording medium, improvement and a miniaturization of recording density are attained, and low-pricing of the magnetic recording medium is also advanced further quickly.

[0003] By the way, in order to realize densification of a magnetic recording medium, it is an indispensable technique to make small distance between 1 magnetic-disk medium and the magnetic head, to increase the coercive force of 2 magnetic-disk medium, to devise the 3 signal-processing approach, to adopt vertical magnetic recording instead of 4 side inner magnet mind recording method, etc.

[0004] Among this, about the magnetic-disk medium, in order to realize recording density exceeding 40 Gb/in², technical amelioration of making smaller the unit which adoption of the vertical magnetic recording replaced with a field inner magnet mind recording method, buildup of coercive force, or the flux reversal of a magnetic film produces is desired.

[0005] Even if it forms vertical magnetic recording so that an easy axis may carry out orientation perpendicularly to a medium side into the magnetic layer of a vertical-magnetic-recording medium, and it raises recording density and performs it, its anti-field in a bit is small, and it is an approach suitable for the high density record without lowering of record reproducing characteristics.

[0006] However, in the medium of vertical magnetic recording, new technical problems — the soft magnetism film with comparatively thick thickness without the need of forming is needed — occur by the field inner magnet mind recording method. Furthermore, simultaneously with detailed-izing of a magnetic grain size, it is becoming important from a viewpoint of heat fluctuation to make distribution of the grain size into homogeneity.

[0007] JP,7-44852,A, JP,5-258272,A, etc. are indicated about the vertical-magnetic-recording medium. In order to show the proper range of a magnetic layer presentation in order to improve the orientation of a magnetic layer, and holding power, and to control the particle size of a soft magnetism layer, the effectiveness of forming the soft magnetism film by the DC magnetron method, where a negative DC bias is impressed is shown.

[0008] Furthermore, JP,7-3489,A, JP,64-8605,A, JP,2-138716,A, etc. are indicated about the formation approach of the soft magnetism film. As an approach for controlling the magnetic particle size in a magnetic film, and distribution of the size, preparing a seed layer in the bottom of a magnetic film is proposed so that it may be indicated by the USP No. 4,652,499 official report.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in aforementioned JP,5-258272,A, the special technique which impresses a negative DC bias to controlling the particle size, and forms membranes is applied in formation of the soft magnetism film and a magnetic film.

[0010] Moreover, JP,7-3489,A, JP,64-8605,A, JP,2-138716,A, etc. target the magnetic head.

[0011] Moreover, as an approach for controlling distribution of the magnetic particle size in a magnetic film, and its grain size, by the approach given in a USP No. 4,652,499 official report, a limit is in control of the crystal grain child size of the magnetic film which constitutes a magnetic-disk medium, and a crystal grain child size distribution, and a very fine particle and a big and rough particle live together in a magnetic film. In the magnetic film of such a condition, when information was recorded, it was influenced of the leakage field from a surrounding magnetic particle (when reversing magnetization) or a big magnetic particle gave an interaction to reverse, there was a case where stable record could not be performed in super-high density record exceeding 40 Gb/in².

[0012] The 1st object of this invention has generating of a noise in offering a small highly efficient vertical-magnetic-recording medium by ensuring orientation and particle diameter control of the vertical-magnetic-recording medium which forms the soft magnetism film and a magnetic film and changes on a substrate.

[0013] The 2nd object of this invention is to offer the process of the above-mentioned vertical-magnetic-recording medium.

[0014] The 3rd object of this invention is to offer the target member used for manufacture of the above-mentioned vertical-magnetic-recording medium.

[0015] Furthermore, the 4th object of this invention is to offer the possible vertical-magnetic-recording equipment of the super-high density record exceeding 40 Gb/in².

[0016]

[Means for Solving the Problem] The summary of this invention which attains the above-mentioned object is as follows.

[0017] It is the vertical-magnetic-recording medium which has the soft magnetism film formed through direct or other layers on a substrate, and the magnetic film formed through particle size and the orientation control film on this soft magnetism film. The particle size and orientation control film, and magnetic layer which were formed on said soft magnetism film It consists of grain boundary layers which enclose the side face of the crystal which grew in the shape of a column to the substrate front face, and its crystal. Among this particle size and orientation control film, and a magnetic layer, at least distribution of the crystal particle diameter of particle size and the orientation control film, and particle diameter, and the width of face of a grain boundary layer the [periodic table] — it is in the vertical-magnetic-recording medium controlled by including at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and adjusting the content rate in the film.

[0018] Since the soft magnetism film becomes [thickness] comparatively thick further compared with particle size, the orientation control film and a magnetic film, the protective coat formed on a magnetic film, the vertical-magnetic-recording medium which formed particle size, the orientation control film, and a magnetic film through direct or other layers on the substrate which formed the soft magnetism layer beforehand is convenient although the above-mentioned object is attained.

[0019] the [1st constituent / which said particle size and orientation control film become from at least one sort of an oxide, metals, or those alloys at this time /, and periodic table] — it consists of grain boundaries of the particle which consists of the 2nd constituent which is at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, and this particle.

[0020] The 1st constituent which is an oxide, metals, or those alloys this particle 65 - 98 % of the weight. The 2nd constituent which consists of at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride is 35 - 2 % of the weight, and the 1st constituent whose grain boundary layers of this particle are an oxide, metals, or those alloys is 30 - 85 % of the weight. the [periodic table] — the [periodic table] — it is desirable for the 2nd constituent which is at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride to be 70 - 15 % of the weight.

[0021] In addition, the matter and concentration (presentation) which constitute a particle and its grain boundary can be adjusted by selection of an ingredient, or selection of membrane formation conditions. Moreover, distribution of the stacking tendency of the film, crystal grain child size, and crystal grain child size is also simultaneously controllable by selection of an ingredient, or selection of membrane formation conditions.

[0022] Moreover, in the vertical-magnetic-recording medium of this invention, thickness is 10-400nm and, as for the soft magnetism film, amorphous materials, such as an iron system alloy, a permalloy system alloy, CoNbZr, and CoFeB, and a ferrite compound are used as an ingredient. As such an ingredient, Fe, Fe-nickel, Fe-Ta-C, Co-Nb-Zr, Fe-aluminum, Fe-Si, Fe-Co-nickel, Mo-nickel-Mn-Fe, Cu-Cr-nickel-Fe, Fe-Co, Mg-Zn-Fe, Mn-Zn, Co-Nb-Zr, or Co-Fe-B is mentioned, for example. These can be formed by gaseous-phase plating, sputtering, vacuum evaporation, wet plating, etc.

[0023] It is possible to use glass, a metal, plastics, and those composites as a substrate ingredient furthermore, and the substrate which formed beforehand in the one side or both sides the soft magnetism film whose thickness is 10-400nm by gaseous-phase plating, sputtering, vacuum evaporation, wet plating, etc. is effective.

[0024] Moreover, the soft magnetism film can be considered as the configuration which served as the function of the soft magnetism film, and the function of particle size and the orientation control film by forming the soft magnetism film which consists of amorphous materials, carrying out the laminating of the soft magnetism film of a crystalline substance, and forming it for example, in a substrate side further.

[0025] the presentation of the particle part of the soft magnetism film which consists of a crystalline substance ingredient at this time — said soft magnetism film ingredient — the [65 - 98 % of the weight, and / periodic table] — at least one sort of components of an I-V group's oxide, a nitride, and boride are 35 - 2 % of the weight.

[0026] moreover, the grain boundary layer of this particle — said soft magnetic materials — 30 - 85 % of the weight — it is — the [periodic table] — it is effective that at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride considers as 70 - 15 % of the weight.

[0027] Thickness is [2-50nm and the mean particle diameter (d) of particle size and the orientation control film] 4-18nm, and, as for the standard deviation (sigma)/d of particle size, it is desirable for the width of face of a grain boundary layer to be 0.1-2nm 25% or less.

[0028] A magnetic film can make Co a subject and can use the ferromagnetic thin film which consists of an alloy containing at least one sort of elements of Pt, and Cr, Ta and Nb.

[0029] At least one sort of elements of Cr, Ta, and Nb segregate the structure of this ferromagnetic thin film to the grain boundary of the crystal grain child of Co, and it exists in it, moreover, a ferromagnetic thin film — the [periodic table] — it is more effective if at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride is added.

[0030] the [periodic table] — the particle of the soft magnetism film which added the component from at least one sort of an I-V group's oxide, a nitride, and boride, particle size and the orientation control film, and a magnetic film is a crystalline substance (it measures by X-ray diffraction), and its structure where it has arranged regularly and the grain boundary of an amorphous substance (it measures by X-ray diffraction) exists in the grain boundary of this particle is desirable.

[0031] Moreover, as for this crystal grain child, it is most desirable to carry out crystal orientation so that it may be easy to take adjustment with the lattice constant of a magnetic film particle. Moreover, as for the difference of the lattice constant of the crystal of particle size and the orientation control film, and the lattice constant of the crystal of a magnetic film, it is desirable that it is 20% or less.

[0032] In addition, although [this invention] Pt which makes Co a subject as a magnetic particle component of a magnetic film, and the thing containing at least one sort of elements of Cr, Ta, and Nb can be used, the element of B, W, and others other than these elements may be included as addition or an impurity.

[0033] Moreover, in order to control the particle size of the soft magnetism film, particle size and the orientation control film, and a magnetic film, it is also effective to carry out two or more layer laminating of each film, and to form it.

[0034] 25% or less and a stacking tendency have [10-70nm of thickness, (mean-particle-diameter d) 4-14nm and the standard deviation (σ)/ d of particle size] an easy axis vertical to a substrate side, and, as for a magnetic film, it is desirable for the width of face of a grain boundary layer to be 0.1-2nm.

[0035] Moreover, it is important in order that it may satisfy the object of this invention that the ratios of the particle diameter of particle size and the orientation control film and the particle diameter of the magnetic film formed on it are 0.7-1.4.

[0036] Furthermore, it is important in order to maintain the high property in which the thickness (t) of a magnetic film and the ratio (t/d) of mean particle diameter (d) are 2-7, and it was stabilized by the record medium that an easy axis is vertical to a substrate front face.

[0037] Thus, the unit from which flux reversal produces the vertical-magnetic-recording medium of formed this invention is 100nm or less, and coercive force is 2 or more kOes.

[0038] In addition, the vertical-magnetic-recording medium of this invention can form a soft magnetism layer, particle size and the orientation control film, and a magnetic film in a substrate at one process. Moreover, since it is thick compared with other layers in many cases, beforehand, the soft magnetism layer forms the soft magnetism layer in the substrate, can form particle size and the orientation control film, and a magnetic film by the ability making it into a substrate, and can improve the flow of a process.

[0039] By the above, the flux reversal unit in a vertical-magnetic-recording medium and its size can be made small. The flux reversal unit as used in the field of here assumes the smallest unit of reversal to be one crystal grain child of a magnetic film, and when record and elimination are performed, it observes whether the crystal grain child of the magnetic film for how many pieces deserves under a magnetic force microscope (MFM) etc., and it decides on it.

[0040] The vertical-magnetic-recording medium of such this invention can be carried, it can have the drive which carries out revolution actuation, and the magnetic head which performs record playback to said magnetic-recording medium, and the magnetic recording medium which can transmit the information on high density can be obtained.

[0041] Since the magnetic interaction between the crystal grain children who constitute a different magnetic film is reduced, the magnetic film which grows on that the magnetic particle of a magnetic film can be controlling the magnetic recording medium carrying the magnetic-recording medium of this invention reflecting the particle size and particle size distribution of a crystalline substance particle in particle size and the orientation control film, the crystalline substance particle of particle size and the orientation control film, and an amorphous grain boundary can make small the zigzag pattern which exists in a magnetization transition region.

[0042] Specifically, width of face of the zigzag pattern which exists in the magnetization transition region of the track of a magnetic-recording medium can be made below into the gap length of a recording head. In addition, although the width of face of a zigzag pattern does not necessarily need to be below gap length over the track perimeter, below its gap length is ideal over the perimeter.

[0043] Thereby, the noise of a magnetic-recording medium can be reduced. Moreover, since the effect of a noise can be small suppressed even if it makes the width of recording track small, track density can be reduced.

[0044] The magnetic recording medium equipped with the migration means to which the magnetic head which have the actuator which do revolution actuation of an above-mentioned vertical magnetic recording medium and this above-mentioned record medium, and the Records Department and the playback section, and this magnetic head be relatively move to a magnetic recording medium can realize the magnetic recording medium in which the high density record exceeding 40 Gb/in² be possible, and can perform record, playback, or elimination for various information, such as an image, and code data, an audio, to this recording apparatus.

[0045]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained based on an example.

[0046] [Example 1] Drawing 1 is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium (only henceforth a magnetic-recording medium) of this example. First, the glass substrate with a diameter of 2.5 inches was used as a substrate 1. Moreover, the Fe-78nickel permalloy was used as soft magnetism film 2, and membranes were formed by the DC magnetron sputtering method with argon gas pressure 2mTorr and 1.5kW of spatter power. In addition, thickness could be 300nm.

[0047] A substrate is heated at 250 degrees C. Cobalt oxide (Co₃O₄) or cobalt oxide (CoO) as particle size and orientation control film 3 Then, 50 - 100 % of the weight. The sintering target which consists of 0 - 50 % of the weight of mixture of the mole ratio 1:1 of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂). And the orientation and the particle-size control film of every sintering pellet 10nm thickness of the mole ratio 1:1 of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂) were formed on the target of Cr-20at%Ti so that Cr-20at%Ti might become 100 - 50% of the weight.

[0048] Pure Ar was used as discharge gas at the time of a spatter, and the discharge-gas-pressure force set 5mTorr(s) and charge high-frequency power to 1.5kW. Then, the magnetic film 4 of Co-19at%Cr-8at%Pt was formed by the DC magnetron sputtering method with argon gas pressure 2mTorr and 1.5kW of spatter power. In addition, temperature was maintained at 250 degrees C. The property of this magnetic-recording medium is shown in tables 1-3.

[0049]

[A table 1]

表 1

試料NO.	粒徑・配向制御膜				結晶性	磁性膜			備考
	組成(wt%)		d1(nm)	$\sigma 1 / d1 \times 100$		垂直抗磁 力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2 / d2 \times 100$	
	Co3O4	SiO2+TiO2 (モル比1:1)							
1	100	0	19.5	31	○	1400	12.7	35	比較例
2	98	2	15	25	○	2410	11	23	
3	85	15	8.3	19	○	3100	7.5	21	
4	75	25	7.2	20	○	2500	6.3	20	
5	65	35	4	18	○	2340	5.5	18	
6	60	40	3.1	17	×	1530	5	23	比較例
7	50	50	0.7	18	×	1130	2	25	比較例

[0050]

[A table 2]

表 2

試料NO.	粒徑・配向制御膜				磁性膜				備考
	組成(wt%)		d1(nm)	$\sigma 1/d1 \times 100$	結晶性	垂直抗磁 力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2/d2 \times 100$	
	CoO	SiO2+TiO2 (モル比1:1)							
1	100	0	19.5	31	○	1400	12.7	35	比較例
2	98	2	16	24	○	2300	14	23	
3	85	15	8.5	23	○	2760	8.8	21	
4	75	25	7.2	18	○	2840	6.9	20	
5	65	35	4.5	18	○	2340	4	18	
6	60	40	3.9	15	×	2010	5.2	27	比較例
7	50	50	2.1	16	×	1030	3.6	29	

[0051]

[A table 3]

表 3

試料NO.	粒徑・配向制御膜				磁性膜			備考
	膜中の O・Ti組成 (wt%)	d1(nm)	$\sigma 1/d1 \times 100$	結晶性	垂直抗磁 力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2/d2 \times 100$	
1	100	18.5	31	○	1400	19	35	比較例
2	97.5	11.2	24	○	2200	11	23	
3	83.2	9.8	22	○	2800	8	19	
4	74.6	8.7	19	○	2350	7	20	
5	66.3	4.6	15	○	2300	5	22	比較例
6	56.3	3.2	16	×	1010	5	28	

* 組成(wt%)(Cr-20at%Ti)+(SiO₂+TiO₂チップ)で成膜後、膜の組成をICPで分析した

[0052] In the example (table 1) which used Co 3O₄ as particle size and orientation control film, the value of $\sigma_1/d_1 \times 100$ which are the index which shows distribution of the particle size of particle size, the orientation control film 3, and a magnetic film 4 is 25% or less except for the case (example of a comparison) where Co 3O₄ is 100%.

[0053] moreover, sample No. — the peak which originates in Co 3O₄ by the X diffraction was not accepted, but 6 and 7 had bad crystallinity.

[0054] As a result of observing the flat surface of the particle size and the orientation control film before the magnetic film formation equivalent to the sample of No.1-7 with a transmission electron microscope (TEM) further again, except for the example of a comparison (6 No.1, 7), grain boundary width of face was 0.1-2.0nm.

[0055] The presentation of a particle part and a grain boundary part was measured here by EDX (energy dispersion mold characteristic-X-ray analysis apparatus) of FE-TEM (field emission mold TEM). The beam diameter was extracted to about 5nm, and the grain boundary part extracted the beam diameter to about 0.5nm, and the particle part measured.

[0056] Cobalt oxide is 65 - 98 % of the weight, and, as for the particle, SiO₂ and TiO₂ were contained in others. Moreover, cobalt oxide is 30 - 85 % of the weight, and, as for the grain boundary, SiO₂ and TiO₂ were contained in others. Furthermore, when the structure of particle size and the orientation control film was observed by the electron ray diffraction method, the particle part was a crystalline substance and the grain boundary part was amorphous.

[0057] In addition, although the particle diameter (d_1 , d_2) of the particle which constitutes particle size and the orientation control film 3, and a magnetic film 4 was shown in a table 1, this surveyed area of about 300 particles of the TEM observation photograph on each above-mentioned front face of the film, is an approach by carrying out circle approximation of the area of particle each, and made the diameter particle diameter.

[0058] The former of the crystal of particle size and the orientation control film 3, and a magnetic film 4 was Co 3O₄, orientation of the latter is carried out to Co (00, 2) from the X diffraction peak resulting from Co which is a major component, and it was accepted that the easy axis is growing at right angles to a substrate side.

[0059] As particle size and orientation control film 3, when CoO and Cr-20at%Ti were used, the example of an about was shown in tables 2 and 3.

[0060] The value of $\sigma_1/d_1 \times 100$ which are the index which shows distribution of the particle size of particle size, the orientation control film 3, and a magnetic film 4 was 25% or less except for the case (the example of a comparison: sample No.1) where CoO or Cr-20at%Ti is 100 % of the weight.

[0061] however, sample No. of a table 2 — the peak which originates in CoO or Cr-20at%Ti by the X diffraction was not accepted, but 6, 7, and sample No.6 of a table 3 had bad crystallinity.

[0062] Moreover, also in this case, like Co 3O₄, cobalt oxide or Cr-20at%Ti is 65 - 98 % of the weight, and, as for the particle, SiO₂ and TiO₂ were contained in others. Moreover, SiO₂+TiO₂ was [2 - 35 % of the weight and the remainder of the grain boundary] CoO or Cr-20at%Ti, orientation of the magnetic film is carried out to Co (00, 2) also in this case, and it was accepted that the easy axis is growing at right angles to a substrate side.

[0063] In addition, when the cross section of the medium of this example is observed by TEM, the magnetic particle is growing in the form which often reflected the gestalt of particle size and the orientation control film 3 except the example of a comparison. the ratio (d_1/d_2) of the particle diameter (d_1) of particle size and an orientation control film particle, and the particle diameter (d_2) of a magnetic film — the example of a comparison — removing — the range of 0.7-1.4 — moreover, the range of the ratio (t/d_2) of the thickness (t) of a magnetic film and d_2 was 2-7.

[0064] Next, the carbon (C) film of 5nm of thickness was formed as a protective coat 5 on the magnetic film 4, and it considered as the magnetic-recording medium 7. As for the conditions at the time of a spatter, discharge gas is [Ar and the discharge-gas-pressure force of 5mTorr(s) and charge DC power] 1.5kW.

[0065] In addition, although Ar was used for discharge gas in this example, the gas which contains nitrogen in others may be used. By this, the film can carry out eburnation and the engine performance can also be raised.

[0066] Moreover, as a result of measuring the magnetic properties of a magnetic film, except the example of a comparison, coercive force square shape ratio S^* which coercive force is 2 or more kOes, and is the index of the square shape nature of the hysteresis in a M-H loop formation is 0.7-0.88, and had good magnetic properties. Consequently, it turned out that the crystal grain child size of a magnetic film is small, and distribution of that size is uniform.

[0067] Furthermore, after applying and forming lubricating film 6 in the front face of this magnetic-recording medium 7, it included in the magnetic recorder and reproducing device, and record reproducing characteristics

were evaluated.

[0068] Drawing 2 is the perspective view showing the outline structure of the magnetic recording medium in this example. It is the magnetic storage equipped with the magnetic-recording medium 7, the actuator 8 which does revolution actuation of this, the actuator 9 which makes it record on the magnetic-recording medium 7, the signal input to the magnetic head 10, and the record regenerative-signal processing means for reproducing the output signal from the magnetic head.

[0069] The magnetic head 10 consisted of the reproducing head and a recording head, and used the single magnetic pole mold magnetic head for the reproducing head. When the signal equivalent to 40 Gb/in² was recorded on the magnetic-recording medium and S/N was evaluated, as for the medium of the example except the example of a comparison of tables 1-3, the playback output of 20-36dB was obtained. On the other hand, in the magnetic film shown as an example of a comparison, it was 17-19dB in playback output.

[0070] Here, when the flux reversal unit of a magnetic film was measured under the magnetic force microscope (MFM), the sample of this example is a 2-3 particles grade, and it turned out that it is fully small. Moreover, the field where the zigzag pattern of the magnetization transition region measured by MFM exists was also below the gap length of 0.1 micrometers and a recording head, and was remarkably small.

Demagnetization by heat fluctuation or heat was not generated further again, either. This originates in distribution of the crystal grain child size of a magnetic film being small.

[0071] In addition, although Co₃O₄, CoO, Cr-20at%Ti, and the mixing ratio of SiO₂ and TiO₂ can be chosen suitably As shown in the example, the presentation of the particle parts of particle size and the orientation control film 3 Co₃O₄, CoO, and Cr-20at%Ti component: 65-98 % of the weight, When SiO₂+TiO₂ component separates from 35 - 2% of the weight of the range, the crystallinity of a particle part falls, the standard deviation of the particle size of the magnetic film 4 formed on its particle size and orientation control film 3 becomes large, and it becomes impossible to secure a function proper as the particle size and orientation control film 3 for record media.

[0072] In addition, although glass was used as a substrate in this example, it is also possible to use aluminum, aluminum alloy substrate, plastics, or such composites, and substrate size can also be changed.

[0073] Moreover, the layer for reforming NiP, CoCrZr, and other substrate front faces to a substrate may be formed. Although the Fe-78nickel permalloy was furthermore used as soft magnetism film 2, if it is the ingredient in which soft magnetism is shown, it will not be limited to this. Moreover, the two or more layers film which carries out an operation of the soft magnetism film, the orientation control film, a magnetic film, etc. can be formed, and effectiveness can also be heightened.

[0074] In addition, in this example, although the crystal grain child of particle size and the orientation control film 3 explained in the example using Co₃O₄, CoO, and Cr-20at%Ti To chromic oxide, ferrous oxide, magnesium oxide, manganese oxide, titanium oxide or nickel oxide, and a pan, Cr, Ti, Or it checked that considering as the crystal grain child who makes these metals a subject could also make the particle of a magnetic film detailed, and it could make distribution of the grain size homogeneity.

[0075] moreover — although the case where the mole ratio of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂) used the mixture of 1:1 as add-in material was shown — the [periodic table] — it checked that at least one sort of matter of an I-V group's oxide, a nitride, and boride acted effectively like the silicon oxide (SiO₂) shown by this example, and the mixture of titanium oxide (TiO₂).

[0076] Furthermore, it also checked that the metal (for example, chromium, iron, or the oxide of nickel) with which ionic radii differ in Co₃O₄, CoO, etc. could be added, moreover, Cr-20at% — the particle of a magnetic film 4 was made detailed by making metals other than Ti, or those alloys into the crystal grain child of particle size and the orientation control film 3, and it checked that homogeneity and the stacking tendency of a magnetic film could be ensured for distribution of the grain size.

[0077] [Example 2] Type section drawing of the magnetic-recording medium in this example is shown in drawing 3 - drawing 7. In this example, 95 % of the weight of soft magnetic materials which use to nickel the film of Co-5at%Fe-20at%B which is Co system amorphous soft magnetism film 2', and use Fe as a principal component after 50nm formation, and the thing which consists of 5 % of the weight of mixture of the mole ratio 1:1 of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂) were used for the target, and soft magnetism film 2' of 10nm thickness was formed. Pure Ar was used for the discharge gas at the time of a spatter, and the discharge-gas-pressure force set 5mTorr(s) and charge power to 1.5kW.

[0078] Then, (1) A magnetic film 4 is formed on the conditions equivalent to an example 1 (drawing 3).

(2) Form particle size and the orientation control film, and a magnetic film on an example 1 and the conditions equivalent to No.3 of a table 1 (drawing 4).

(3) Form a magnetic film 4 on the conditions equivalent to an example 1 after carrying out the laminating of the soft magnetism film of only the soft magnetic materials which use nickel and Fe as a principal component on Co system amorphous soft magnetism film as an example of a comparison (drawing 5).

(4) Form a magnetic film 4 on the conditions which are equivalent to an example 1 after 60nm formation as an example of a comparison in the Co-5at%Fe-20at%B film which is Co system amorphous soft magnetism film (drawing 6).

(5) As an example of a comparison, 95 % of the weight of soft magnetic materials which use nickel and Fe as a major component, and the thing which consists of 5 % of the weight of mixture of the mole ratio 1:1 of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂) were used for the sintering target, and the medium which formed the

magnetic film on the conditions equivalent to an example 1 (drawing 7) was created after forming the soft magnetism film of 60nm thickness.

[0079] the mean particle diameter (ds) of soft magnetism film 2' to which 1 uses nickel and Fe as a principal component when these media are observed with an electron microscope — 14nm, standard deviation (sigmas) / ds — 18% — it is — soft magnetism film 2' — mean-particle-diameter (dm) 14.8nm of the magnetic film 4 formed upwards, standard deviation (sigmam) / dm was 17.5%. Both particle size was almost equivalent, distribution of particle size was also small, and the particle size of a magnetic film was controlled by the soft magnetism film. Moreover, the stacking tendency of a magnetic film was also Co (00, 2).

[0080] the mean particle diameter (ds) of soft magnetism film 2' to which 2) uses nickel and Fe as a principal component — 14nm, standard deviation (sigmas) / ds — 18% — it is — soft magnetism film 2' — mean-particle-diameter (dg) 14.4nm of the particle size and the orientation control film 3 formed upwards, standard deviation (sigmag) / dg was 15.1%.

[0081] Mean-particle-diameter (dm) 14.8nm of the magnetic film 4 furthermore formed on it, standard deviation (sigmam) / dm was 16.1%.

[0082] It was admitted that the particle size of a magnetic film and its distribution were controlled more by formation of particle size and the orientation control film compared with the above 1. Moreover, the stacking tendency of a magnetic film was also Co (00, 2).

[0083] The mean particle diameter (dm) of the magnetic film which 19nm, standard deviation (sigmas) / ds is 27%, and the mean particle diameter (ds) of the soft magnetism film 2 with which 3) uses nickel and Fe as a principal component formed on the soft magnetism film 2 was [20.4nm, standard deviation (sigmam) / dm] 32%.

[0084] In addition to particle size being large, compared with 1) and 2, distribution of particle size is also large. Having been that by which the particle size of the film which carried out the additive of the mixture of the mole ratio 1:1 of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂), and formed it in the soft magnetism film, and its distribution are controlled, and it also controls the particle size and orientation of a magnetic film good was admitted.

[0085] Although 4) formed the magnetic film on amorphous soft magnetism film 2' soft magnetism film 2' which is 'and was produced here', the particle size and orientation of a magnetic film were not controlled at all.

[0086] The mean particle diameter (dm) of the magnetic film with which 16nm, standard deviation (sigmas) / ds is 18.6%, and the mean particle diameter (ds) of soft magnetism film 2' formed 5) on the soft magnetism film was [15.8nm, standard deviation (sigmam) / dm] 18.2%. Both particle size was almost equivalent, distribution of particle size was also small, and the particle size of a magnetic film was controlled by the soft magnetism film. Moreover, the stacking tendency of a magnetic film was also Co (00, 2).

[0087] coercive force square shape ratio S* 1 and whose 2 are 2.9 and 3.1kOe, respectively and whose coercive force of them is the index of the square shape nature of the hysteresis in a M-H loop formation as a result of measuring magnetic properties about these media — respectively — 0. — it is 84 and 0.88 and had good magnetic properties.

[0088] On the other hand, coercive force was 1.8kOe(s) and coercive force square shape ratio S* of 3 was 0.77, respectively.

[0089] Coercive force was 1.6kOe(s), coercive force square shape ratio S* was 0.67, respectively, and 4) was not what shows the property as a satisfying magnetic-recording medium.

[0090] Coercive force was 1.8kOe(s) and coercive force square shape ratio S* of 5) was 0.68, respectively.

Although soft magnetism layer 2' was carrying out particle size and orientation control of a magnetic film, the property as a magnetic-recording medium was not a satisfying thing. Since this has divided the soft magnetism crystal in the amorphous grain boundary by adding the mixture of the mole ratio 1:1 of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂) for the whole soft magnetism film, the boundary of a magnetic domain will be restricted and it is considered to be because for migration of a field to have become impossible easily.

[0091] From these results, forming the two or more layers soft magnetism film and by using add-in material (it being the mixture of the mole ratio 1:1 of SiO₂ and TiO₂ in the case of this example) for soft magnetism film material further When forming that a medium property can be raised and the film which used add-in material (it is the mixture of the mole ratio 1:1 of SiO₂ and TiO₂ in the case of this example) for soft magnetism film material especially, it turns out that the soft magnetism film can serve as the function of particle size and the orientation control film.

[0092] However, the two or more layers soft magnetism film is formed in this case, and, as for the soft magnetism film by the side of a magnetic film 4, it is still more effective to form the film of only soft magnetism film material in a substrate 1 side for the film which added add-in material to soft magnetism film material.

[0093] [Example 3] Drawing 8 is type section drawing of the magnetic-recording medium in this example. Pt after forming particle size and the orientation control film 3 on an example 1 and the conditions equivalent to No.3 of a table 1 at this example — 12at(s)% — SiO₂ used for the sintering target what consists of 5 % of the weight, and formed the magnetic film of 15nm thickness in 95 % of the weight of magnetic materials which use included CoCrPtTa as a component. Pure Ar was used for the discharge gas at the time of a spatter, and the discharge-gas-pressure force set 5mTorr(s) and charge power to 1.5kW.

[0094] When the cross section of the medium in which the magnetic film was formed was observed with the

electron microscope, the magnetic film which often reflected the gestalt of particle size and the orientation control film was growing, and the particle of particle size and the orientation control film and the magnetic particle of a magnetic film were the almost same sizes. When the particle size distribution of a magnetic particle was searched for, standard deviation: $(\sigma)/\text{particle size } (d)$ was 15%. Thus, the particle of a magnetic film was understood that distribution of the size is uniform.

[0095] Moreover, as a result of measuring the magnetic properties of a magnetic film, coercive force square shape ratio S^* which coercive force is 3.4kOe(s) and is the index of the square shape nature of the hysteresis in a M-H loop formation had good magnetic properties by 0.91. From this, by using add-in material also for a magnetic film showed that a medium property could be raised more.

[0096] [Example 4] The glass substrate with a diameter of 2.5 inches was used as a substrate. On the substrate, Ti target was used and the 5nm film was formed for the spatter. Then, the substrate was immersed in the water solution which dissolved a nickel sulfate, a ferrous sulfate, and cobalt sulfate, and was prepared to pH3.0, electroplating was carried out by current density 2 A/cm², and the 400nm soft magnetism film was formed. This substrate was heat-treated at 300 degrees C for 1 hour, and it considered as the substrate for record-medium formation.

[0097] When particle size and the orientation control film, and a magnetic film were formed on the conditions which are equivalent to this substrate No.3 of an example 1 and a table 1 and the cross section of a medium was observed with the electron microscope, the particle size of the soft magnetism film was 14nm, it was growing up in the form where particle size and the orientation control film, and a magnetic film often reflected the gestalt of the soft magnetism film, and the particle of the soft magnetism film, and the particle size and the orientation control film and the magnetic particle of a magnetic film were the almost same sizes.

[0098] When the particle size distribution of a magnetic particle was searched for, standard deviation $(\sigma)/\text{particle size } (d)$ was 17%. Thus, the particle of a magnetic film was understood that distribution of the grain size is uniform.

[0099] [Example 5] Drawing 9 is type section drawing of the magnetic-recording medium in this example. The glass substrate with a diameter of 2.5 inches was used as a substrate. On the substrate, the Fe-78nickel permalloy was used as soft magnetism film 2, membranes were formed by the DC magnetron sputtering method with argon gas pressure 2mTorr and 1.5kW of spatter power, and it considered as 20nm of thickness. The substrate was heated at 250 degrees C after that, CoO carried out 5nm laminating of the particle size and the orientation control film of the 2nd layer using the target with which SiO₂ consists the particle size and the orientation control film of the 1st layer of 5 % of the weight at 95 % of the weight after 5nm formation using the target with which SiO₂+TiO₂ consists of 5 % of the weight at 95 % of the weight, and Co-35at%Cr considered as particle size and the orientation control film 3, and 3'.

[0100] Pure Ar was used for the discharge gas at the time of a spatter, and the discharge-gas-pressure force set 5mTorr(s) and charge power to 1.5kW. Then, the CoCrPtTa system magnetic film was formed by the DC magnetron sputtering method with argon gas pressure 2mTorr and 1.5kW of spatter power. Temperature was maintained at 250 degrees C.

[0101] Subsequently, as a result of forming a magnetic film etc. on an example 1 and the conditions equivalent to No.3 of a table 1 and evaluating the property of this medium, good magnetic properties were shown and the effectiveness of the laminating type particle size and the orientation control film was checked.

[0102] [Example 6] The glass substrate with a diameter of 2.5 inches was used as a substrate. On the substrate, the Fe-78nickel permalloy was used as soft magnetism film, membranes were formed by the DC magnetron sputtering method with argon gas pressure 2mTorr and 1.5kW of spatter power, and thickness was set to 5-500nm. Then, the substrate was heated at 250 degrees C, CoO carried out 5nm laminating of the particle size and the orientation control film of the 2nd layer using the target with which SiO₂ consists the particle size and the orientation control film of the 1st layer of 5 % of the weight at 95 % of the weight after 5nm formation using the target with which SiO₂+TiO₂ consists of 5 % of the weight at 95 % of the weight, and Co-35at%Cr considered as particle size and the orientation control film. Pure Ar was used for the discharge gas at the time of a spatter, and the discharge-gas-pressure force set 5mTorr(s) and charge high-frequency power to 1.5kW.

[0103] Subsequently, the CoCrPtTa system magnetic film was formed by the DC magnetron sputtering method with argon gas pressure 2mTorr and 1.5kW of spatter power. Temperature was maintained at 250 degrees C. Then, the result of having formed a protective coat, lubricating film, a magnetic film, etc. on the conditions equivalent to an example 1, and having evaluated many properties of this medium is shown in a table 4.

[0104]

[A table 4]

表 4

試料NO.	軟磁性膜 厚さ(nm)	保磁力H _c (Oe)	記録密度 D50(kFCI)	備考
1	6	1950	185	比較例
2	10	2300	240	
3	50	3100	235	
4	100	3300	255	
5	300	3250	265	
6	400	3400	250	
7	500	3300	245	

[0105] The result of having measured the coercive force of each medium with the oscillatory type magnetometer (VSM), and the result to which the record playback discrete type carried out **** measurement of the record reproducing characteristics for the magnetic heads were shown in a table 4.

[0106] The recording characteristic measured the output reduction-by-half recording density (D50) which becomes half [of the playback output of low frequency]. As shown in a table, the result to which the value of 2 or more kOes of coercive force is acquired in 10nm or more, and the thickness of the soft magnetism film can also improve the value of output reduction-by-half recording density (D50) was obtained.

[0107] Thickness of the soft magnetism film was set to 400nm or less by this invention, because it was not a best policy to form not constraint but the thick film industrially exceeding 400nm from a medium property.

[0108]

[Effect of the Invention] According to this invention, on a substrate, the soft magnetism film, particle size and the orientation control film, and a magnetic film can be controlled, and crystal grain child size and its particle distribution can be formed. Thereby, the vertical-magnetic-recording medium by which heat fluctuation and heat demagnetization were controlled is realizable in a low noise.

[0109] Moreover, since control of the crystal stacking tendency of a magnetic film is possible, it can consider as the magnetic film which has the orientation suitable for high density record.

[0110] Furthermore, since the distance between the crystal grain children of a magnetic film is controllable, the interaction between the crystal grain children of a magnetic film can be reduced, the magnetic-recording medium by which the magnetic domain was made detailed in the low noise is obtained by this, and high density record is attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 1 of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing the outline structure of a magnetic recording medium.

[Drawing 3] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 2 of this invention.

[Drawing 4] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 2 of this invention.

[Drawing 5] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 2 of this invention.

[Drawing 6] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 2 of this invention.

[Drawing 7] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 2 of this invention.

[Drawing 8] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 3 of this invention.

[Drawing 9] It is type section drawing of the vertical-magnetic-recording medium of the example 5 of this invention.

[Description of Notations]

1 — substrate, 2 — soft magnetism film, and 2' — soft magnetism film + add-in material and 2'' — soft magnetism film (amorphous), 3 — particle size and the orientation control film, and 4 — a magnetic film, 5 — protective coat, 6 — lubricating film, and 7 — a vertical-magnetic-recording medium, 8 — actuator (revolution), 9 — actuator (record), and 10 — the magnetic head, 11 — MAG head arm, and 12 — voice coil motor.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-25030
(P2002-25030A)

(43) 公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーコード [*] (参考)
G 1 1 B	5/65	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/667		5 D 1 1 2
	5/738		
	5/851		

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-210701(P2000-210701)

(22) 出願日 平成12年7月6日(2000.7.6)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社
大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 中澤 哲夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

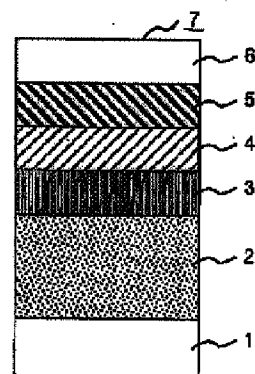
(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体とその製法および磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】基板上に軟磁性膜と磁性膜を形成した垂直磁気記録媒体の配向、粒子径の制御により、ノイズの発生が小さく高性能な垂直磁気記録媒体の提供。

【解決手段】基板1上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜2と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜3を介して形成される磁性膜4を有する垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜3と磁性層4は、基板1の表面に対して柱状に成長した結晶と、その結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜3および磁性層4の少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の1種以上を含み、その膜中における含有割合の調節によって制御した垂直磁気記録媒体。

図 1



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒径・配向制御膜 4…磁性膜
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、

前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節によって制御したことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 前記粒径・配向制御膜は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金の少なくとも1種からなる第1の構成成分、および、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種である第2の構成成分からなる粒子と該粒子の粒界で構成され、該粒子は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金である第1の構成成分が65～98重量%と、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種から成る第2の構成成分が35～2重量%であり、該粒子の粒界相は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金である第1の構成成分が30～85重量%であり、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種から成る第2の構成成分が70～15重量%である請求項1に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 前記粒径・配向制御膜における酸化物が、スピネル構造を有する化合物の少なくとも1種である請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 前記粒径・配向制御膜におけるスピネル構造を有する酸化物が、酸化コバルト (Co_3O_4) である請求項1、2または3に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 前記粒径・配向制御膜における第1の構成成分である酸化物が、酸化コバルト (CoO)、酸化クロム、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガン、酸化チタン、酸化銅または酸化ニッケルの少なくとも1種である請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項6】 前記粒径・配向制御膜における金属またはそれらの合金が、Cr、Tiまたはこれらの金属を主体とする合金である請求項1または2に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項7】 前記粒径・配向制御膜は、膜厚が2～50nm、平均粒径 (d) が4～18nm、粒径の標準偏差 (σ) / d が25%以下、かつ、粒界層の幅が0.1～2nmである請求項1～6のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項8】 前記磁性膜はCoを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金からなる強磁性薄膜である請求項1～7のいずれか

に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項9】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成する磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、

前記磁性膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、膜中における含有割合の調節により制御したことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項10】 前記磁性膜はCoを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金および周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の成分からなり、

Coを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金80～98重量%と、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の内の少なくとも1種が20～2重量%の結晶部分と、

該結晶部分の粒界相はCoを主体とし、Pt、および、Cr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金が2～20重量%であり、周期律表第Ⅰ～Ⅴ族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種が98～80重量%である強磁性薄膜を用いた請求項1～9のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項11】 前記垂直磁気記録媒体における磁性膜は、膜厚が10～70nm、平均粒径 (d) が4～14nm、粒径の標準偏差 (σ) / d が25%以下で、配向性は磁化容易軸が基板面に垂直であり、かつ、粒界層の幅が0.1～2nmである請求項1～10のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項12】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成された粒子と、該粒子の側面を囲む粒界層で構成される粒径・配向制御膜の粒子の粒径 (d_1) と、その上に形成された磁性膜の粒子の粒径 (d_2) との比 (d_1/d_2) が0.7～1.4であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項13】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成された粒子と、該粒子の側面を囲む粒界層で構成される粒径・配向制御膜と、その上に形成された磁性膜の膜厚 (t)、平均粒径 (d_2) の比 (t/d_2) が2～7で、かつ、磁化容易軸が基板表面と垂直であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項14】 前記軟磁性膜の膜厚が10～400nmであることを特徴とする請求項1～13のいずれかに記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項15】 前記軟磁性膜が、Fe、Fe-Ni、Fe-Ta-C、Co-Nb-Zr、Fe-Al、Fe-Si、Fe-Co-Ni、Mo-Ni-Mn-Fe、Cu-Cr-Ni-Fe、Fe-Co、Mg-Zn-Fe、Mn-Zn、Co-Nb-Zr、または、Co-Fe-Bで形成され、その膜厚が10～400nmである

請求項14に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項16】 前記軟磁性膜は積層構造を有し、基板側軟磁性膜は軟磁性材料単独、磁性膜側軟磁性膜は軟磁性材料と軟磁性粒子の粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節により制御した請求項15に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項17】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、

前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節により制御し、

保磁力が2kOe以上、面記録密度が40Gb/in²以上であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項18】 基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体の製法であって、

前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節により制御し、スパッタ法により膜を形成することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製法。

【請求項19】 酸化コバルト(Co₃O₄)、酸化コバルト(CoO)、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガ、酸化チタン、酸化銅または酸化ニッケルの少なくとも1種を65～98重量%、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を35～2重量%混合して焼結したことを特徴とする垂直磁気記録媒体の粒径・配向制御膜形成用ターゲット。

【請求項20】 酸化コバルト(Co₃O₄)、酸化コバルト(CoO)、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガ、酸化チタン、酸化銅あるいは酸化ニッケルの少なくとも1種の酸化物が、粒径・配向制御膜の結晶粒部分において65～98重量%となるように前記酸化物の焼結体に、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の溶融物あるいは焼結体を前記酸化物焼結体表面に配置したことを特徴とする垂直磁気記録媒

体の粒径・配向制御膜形成用ターゲット。

【請求項21】 Ti, Cr、または、これらの金属を主体とする合金の溶融物または焼結体が65～98重量%、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を35～2重量%となるよう混合し焼結したことを特徴とする垂直磁気記録媒体の粒径・配向制御膜形成用ターゲット。

【請求項22】 磁気記録媒体を回転駆動する駆動機構、前記磁気記録媒体に対し記録、再生を行う磁気ヘッドを具備する磁気記録装置において、前記磁気記録媒体は、基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であり、

前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層からなり、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I～V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合の調節によって制御したことを特徴とする磁気記録装置。

【請求項23】 前記垂直磁気記録媒体の面記録密度が40Gb/in²以上である請求項22に記載の磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高性能、かつ、高信頼性を有する磁気記録装置およびこれを実現する垂直磁気記録媒体とその製法並びにそのターゲット材料に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の高度情報化社会の進展はめざましく、各種形態の情報を統合したマルチメディアが急速に普及してきている。これを支える情報記録装置の1つに磁気ディスク装置などの磁気記録装置がある。現在、磁気記録装置は、記録密度の向上と小型化が図られており、さらに、その磁気記録装置の低価格化も急速に進められている。

【0003】ところで、磁気記録装置の高密度化を実現するためには、1) 磁気ディスク媒体と磁気ヘッドとの間の距離を小さくすること、2) 磁気ディスク媒体の保磁力を増大させること、3) 信号処理方法を工夫すること、4) 面内磁気記録方式に代わって垂直磁気記録方式を採用すること、などが必須の技術となっている。

【0004】この内、磁気ディスク媒体については、40Gb/in²を超える記録密度を実現するために、面内磁気記録方式に代わる垂直磁気記録方式の採用、保磁力の増大、あるいは磁性膜の磁化反転が生じる単位をより小さくするなどの技術的改良が望まれている。

【0005】垂直磁気記録方式は、垂直磁気記録媒体の磁性層中に媒体面に対して磁化容易軸が垂直方向に配向するように形成したものであり、記録密度を上げて行ってもビット内の反磁界が小さく、記録再生特性の低下がない高密度記録に適した方法である。

【0006】しかし、垂直磁気記録方式の媒体においては、面内磁気記録方式では形成する必要が無かった比較的膜厚が厚い軟磁性膜が必要になる等、新たな技術課題がある。さらに、磁性粒子サイズの微細化と同時に、その粒子サイズの分布を均一にすることが、熱揺らぎの観点から重要となってきた。

【0007】垂直磁気記録媒体については、特開平7-44852号、特開平5-258272号公報等が開示されている。磁性層の配向、保持力を改善するために磁性層組成の適正範囲が示され、また、軟磁性層の粒径を制御するために負のDCバイアスを印加した状態でDCマグネトロン法で軟磁性膜を形成することの有効性が示されている。

【0008】さらに軟磁性膜の形成方法について、特開平7-3489号、特開昭64-8605号、特開平2-138716号公報等が開示されている。磁性膜中の磁性粒子サイズおよびそのサイズの分布を制御するための方法として、USP4,652,499号公報に記載されるように、磁性膜の下にシード層を設けることが提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記の特開平5-258272号公報では、軟磁性膜、磁性膜の形成において、その粒径を制御するのに負のDCバイアスを印加して成膜する特殊な技術を適用している。

【0010】また、特開平7-3489号、特開昭64-8605号、特開平2-138716号公報等は磁気ヘッドを対象としたものである。

【0011】また、磁性膜中の磁性粒子サイズおよびその粒子サイズの分布を制御するための方法としてUSP4,652,499号公報に記載の方法では、磁気ディスク媒体を構成する磁性膜の結晶粒子サイズおよび結晶粒子サイズ分布の制御に限度があり、磁性膜中に微細粒子と粗大粒子が共存する。このような状態の磁性膜では、情報を記録する場合（磁化を反転させる場合）に、周囲の磁性粒子からの漏洩磁界の影響を受けたり、逆に、大きな磁性粒子が相互作用を与えることにより、40Gb/in²を超える超高密度記録には、安定した記録が行えない場合があった。

【0012】本発明の第1の目的は、基板上に軟磁性膜と磁性膜を形成して成る垂直磁気記録媒体の配向・粒子径制御を確実にすることにより、ノイズの発生が小さい高性能な垂直磁気記録媒体を提供することにある。

【0013】本発明の第2の目的は、上記の垂直磁気記録媒体の製法を提供することにある。

【0014】本発明の第3の目的は、上記の垂直磁気記録媒体の製造に用いるターゲット部材を提供することにある。

【0015】さらに、本発明の第4の目的は、40Gb/in²を超える超高密度記録の可能な垂直磁気記録装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明の要旨は次のとおりである。

【0017】基板上に直接あるいは他の層を介して形成される軟磁性膜と、該軟磁性膜上に粒径・配向制御膜を介して形成される磁性膜を有する垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性膜上に形成した粒径・配向制御膜と磁性層は、基板表面に対して柱状に成長した結晶とその結晶の側面を取り囲む粒界層で構成され、該粒径・配向制御膜および磁性層の内、少なくとも粒径・配向制御膜の結晶粒子径、粒子径の分散、粒界層の幅を、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を含み、かつ、その膜中における含有割合を調節することによって制御した垂直磁気記録媒体にある。

【0018】軟磁性層を、予め形成した基板上に直接あるいは他の層を介して粒径・配向制御膜および磁性膜を形成した垂直磁気記録媒体は、軟磁性膜が粒径・配向制御膜および磁性膜、さらには、磁性膜上に形成する保護膜等に比べて比較的膜厚が厚くなるため、上記目的を達成するのに好都合である。

【0019】この時、前記粒径・配向制御膜は、酸化物、あるいは、金属またはそれらの合金の少なくとも1種からなる第1の構成成分、および、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種である第2の構成成分からなる粒子と、該粒子の粒界で構成される。

【0020】該粒子は酸化物、金属またはそれらの合金である第1の構成成分が65~98重量%と、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種からなる第2の構成成分が35~2重量%であり、該粒子の粒界層は酸化物あるいは金属またはそれらの合金である第1の構成成分が30~85重量%で、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種である第2の構成成分が70~15重量%であることが望ましい。

【0021】なお、粒子およびその粒界を構成する物質、濃度（組成）は、材料の選定または成膜条件の選択により調節できる。また、同時に材料の選定または成膜条件の選択により、その膜の配向性、結晶粒子サイズ、結晶粒子サイズの分布も制御することができる。

【0022】また、本発明の垂直磁気記録媒体において、軟磁性膜は膜厚が10~400nmで、材料として鉄系合金、パーマロイ系合金、CoNbZr、CoFeB等の非晶質材料、フェライト化合物が用いられる。こ

うした材料としては、例えば、Fe、Fe-Ni、Fe-Ta-C、Co-Nb-Zr、Fe-Al、Fe-Si、Fe-Co-Ni、Mo-Ni-Mn-Fe、Cu-Cr-Ni-Fe、Fe-Co、Mg-Zn-Fe、Mn-Zn、Co-Nb-Zr、または、Co-Fe-B等が挙げられる。これらは気相メッキ、スパッタリング、蒸着、湿式メッキ等で形成することができる。

【0023】さらに基板材料としてはガラス、金属、プラスチック、および、それらの複合材を使用することが可能で、その片面あるいは両面に膜厚が10~400nmの軟磁性膜を予め気相メッキ、スパッタリング、蒸着、湿式メッキ等で形成した基板が有効である。

【0024】また、軟磁性膜は、例えば、基板側に非晶質材料から成る軟磁性膜を形成し、さらに結晶質の軟磁性膜を積層して形成することで、軟磁性膜の機能と粒径・配向制御膜の機能とを兼ねた構成とすることができる。

【0025】この時、結晶質材料から成る軟磁性膜の粒子部分の組成は、前記軟磁性膜材料が65~98重量%と、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の成分が35~2重量%である。

【0026】また、該粒子の粒界層は前記軟磁性材料が30~85重量%で、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種が70~15重量%とするのが効果的である。

【0027】粒径・配向制御膜は膜厚が2~50nm、平均粒径(d)が4~18nmであり、粒径の標準偏差(σ)/dは25%以下、粒界層の幅が0.1~2nmであることが望ましい。

【0028】磁性膜はCoを主体とし、PtおよびCr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素を含む合金からなる強磁性薄膜を用いることができる。

【0029】この強磁性薄膜の構造は、Coの結晶粒子の粒界にCr、Ta、Nbの少なくとも1種の元素が偏析して存在する。また、強磁性薄膜に周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種を添加すると、より効果的である。

【0030】周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種からの成分を添加した軟磁性膜、粒径・配向制御膜、および、磁性膜の粒子は結晶質(X線回折により測定)であり、それが規則的に配列しており、この粒子の結晶粒界には非晶質(X線回折により測定)の粒界が存在している構造が好ましい。

【0031】また、この結晶粒子は、磁性膜粒子の格子定数との整合がとり易いように結晶配向していることが最も好ましい。また、粒径・配向制御膜の結晶の格子定数と、磁性膜の結晶の格子定数との差は20%以下であることが望ましい。

【0032】なお、本発明では、磁性膜の磁性粒子成分としてCoを主体とするPt、および、Cr、Ta、N

bの少なくとも1種の元素を含むものが利用できるとしたが、これらの元素の他に、例えば、B、W、その他の元素を添加、あるいは、不純物として含まれていてもかまわない。

【0033】また、軟磁性膜、粒径・配向制御膜、磁性膜の粒径を制御するために、それぞれの膜を複数層積層して形成することも有効である。

【0034】磁性膜は膜厚10~70nm、平均粒径(d)4~14nm、粒径の標準偏差(σ)/dが25%以下、配向性は磁化容易軸が基板面に垂直であり、粒界層の幅が0.1~2nmであることが望ましい。

【0035】また、粒径・配向制御膜の粒子径と、その上に形成された磁性膜の粒子径との比が0.7~1.4であることが本発明の目的を満足するために重要である。

【0036】さらに、磁性膜の膜厚(t)、平均粒径(d)の比(t/d)が2~7で、かつ、磁化容易軸が基板表面と垂直であることが、記録媒体の安定した高特性を維持するために重要である。

【0037】このように形成した本発明の垂直磁気記録媒体は、磁化反転が生じる単位が100nm以下であり、保磁力が2kOe以上である。

【0038】なお、本発明の垂直磁気記録媒体は、基板に軟磁性層、粒径・配向制御膜、磁性膜を一つの工程で形成することができる。また、軟磁性層は他の層に比べて厚い場合が多いため、予め、基板に軟磁性層を形成しておき、それを基板として粒径・配向制御膜、磁性膜を形成し、工程の流れを改善することができる。

【0039】以上により、垂直磁気記録媒体における磁化反転単位およびそのサイズを小さくできる。ここで云う磁化反転単位とは、反転の最小単位を磁性膜の結晶粒子1つと仮定し、記録や消去を行った場合に何個分の磁性膜の結晶粒子に相当するかを磁気力顕微鏡(MFM)などにより観察して決めるものである。

【0040】こうした本発明の垂直磁気記録媒体を搭載し、回転駆動する駆動機構、前記磁気記録媒体に対し記録再生を行う磁気ヘッドを備え、高密度の情報を伝達することができる磁気記録装置を得ることができる。

【0041】本発明の磁気記録媒体を搭載した磁気記録装置は、磁性膜の磁性粒子が粒径・配向制御膜中の結晶質粒子の粒径および粒径分布を反映して制御できていることと、粒径・配向制御膜の結晶質粒子と非晶質である粒界上に成長する磁性膜は、異磁性膜を構成する結晶粒子間の磁氣的相互作用が低減されているために、磁化遷移領域に存在するジグザグパターンを小さくすることができる。

【0042】具体的には、磁気記録媒体のトラックの磁化遷移領域に存在するジグザグパターンの幅を、記録ヘッドのギャップ長以下とすることができる。なお、ジグザグパターンの幅は、必ずしもトラック全周にわたってギャップ長以下である必要はないが、全周にわたってギ

ャップ長以下が理想的である。

【0043】これにより、磁気記録媒体のノイズを低減することができる。また、トラック幅を小さくしてもノイズの影響を小さく抑えられるため、トラック密度を低減することができる。

【0044】上記の垂直磁気記録媒体と、該記録媒体を回転駆動する駆動部と、記録部と再生部とを有する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを磁気記録媒体に対し相対的に移動させる移動手段を備えた磁気記録装置は、 40Gb/in^2 を超える高密度記録が可能な磁気記録装置が実現でき、該記録装置に画像やコードデータ、オーディオ等の各種情報を記録、再生、あるいは、消去を行なうことができる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例に基づき説明する。

【0046】〔実施例 1〕図1は、本実施例の垂直磁気記録媒体（以下、単に磁気記録媒体と云う）の模式断面図である。まず、基板1として直径2.5インチのガラス基板を用いた。その上に、軟磁性膜2としてFe-78Niパーマロイを用い、アルゴンガス圧2mTorr

*r、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。なお、膜厚は300nmとした。

【0047】その後、基板を250℃に加熱し、粒径・配向制御膜3として、酸化コバルト(Co_3O_4)あるいは酸化コバルト(CoO)が50～100重量%、酸化シリコン(SiO_2)と酸化チタン(TiO_2)のモル比1:1の混合物0～50重量%からなる焼結ターゲット、および、Cr-20at%Tiが100～50重量%になるようCr-20at%Tiのターゲット上に、酸化シリコン(SiO_2)と酸化チタン(TiO_2)のモル比1:1の焼結ペレット置き、10nm膜厚の配向・粒径制御膜を形成した。

【0048】スパッタ時の放電ガスとしては純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入高周波電力は1.5kWとした。その後、Co-19at%Cr-8at%Ptの磁性膜4をアルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。なお、温度は250℃に維持した。この磁気記録媒体の特性を表1～3に示す。

【0049】

【表1】

試料NO.	粒径・配向制御膜				結晶性	磁性膜			備考
	組成(wt%)		d1(nm)	$\sigma 1/d1 \times 100$		垂直抗磁力(Co)	d2 (nm)	$\sigma 2/d2 \times 100$	
	Co3O4	SiO2+TiO2 (モル比1:1)							
1	100	0	19.5	31	○	1400	12.7	35	比較例
2	98	2	15	25	○	2410	11	23	
3	85	15	8.3	19	○	3100	7.5	21	
4	75	25	7.2	20	○	2500	6.3	20	
5	65	35	4	18	○	2340	5.5	18	
6	60	40	3.1	17	×	1530	5	23	
7	50	50	0.7	18	×	1130	2	25	比較例

【0050】

※ ※ 【表2】
表 2

試料NO.	粒径・配向制御膜				結晶性	磁性膜			備考
	組成(wt%)		d1(nm)	$\sigma 1/d1 \times 100$		垂直抗磁力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma 2/d2 \times 100$	
	CoO	SiO2+TiO2 (モル比1:1)							
1	100	0	19.5	31	○	1400	12.7	35	比較例
2	98	2	18	24	○	2300	14	23	
3	85	15	8.5	23	○	2760	8.8	21	
4	75	25	7.2	18	○	2840	6.9	20	
5	65	35	4.5	18	○	2340	4	18	
6	60	40	3.9	15	x	2010	5.2	27	比較例
7	50	50	2.1	16	x	1030	3.6	29	比較例

【0051】

【表3】

表 3

試料NO.	粒径・配向制御膜				磁性膜			備考
	*組成 Ort組成 (wt%)	d1(nm)	$\sigma_1/d1 \times 100$	結晶性	垂直抗磁 力(Oe)	d2 (nm)	$\sigma_2/d2 \times 100$	
1	100	15.5	31	○	1400	19	35	比較例
2	97.5	11.2	24	○	2200	11	23	
3	83.2	9.8	22	○	2300	8	19	
4	74.6	6.7	19	○	2350	7	20	
5	66.3	4.6	15	○	2300	5	22	
6	56.3	3.2	16	x	1010	5	28	比較例

*組成(wt%)(Cr-20at%Ti)+(SiO₂+TiO₂チップ)で成膜後、膜の組成をICPで分析した

【0052】Co₃O₄を粒径・配向制御膜として使用した実施例(表1)では、粒径・配向制御膜3および磁性膜4の粒径の分布を示す指標である $\sigma_1/d1 \times 100$ の値は、Co₃O₄が100%の場合(比較例)を除いて25%以下である。

【0053】また、試料No. 6, 7はX線回折でCo₃O₄に起因するピークが認められず、結晶性が悪かった。

【0054】さらにまた、No. 1~7の試料に相当する磁性膜形成前の粒径・配向制御膜の平面を、透過型電子顕微鏡(TEM)で観察した結果、比較例(No. 1, 6, 7)を除いて粒界幅は0.1~2.0nmであった。

【0055】ここで粒子部分と粒界部分の組成をFE-TEM(フィールドエミッション型TEM)のEDX(エネルギー分散型特性X線分析装置)で測定した。粒子部分はビーム径を約5nmに、また、粒界部分はビーム径を約0.5nmに絞って測定した。

【0056】粒子は酸化コバルトが65~98重量%であり、他に、SiO₂およびTiO₂が含まれていた。また、粒界は酸化コバルトが30~85重量%であり、他にSiO₂とTiO₂が含まれていた。さらに、電子線回折法により粒径・配向制御膜の構造を観察すると、粒子部分は結晶質であり、粒界部分は非晶質であった。

【0057】なお、粒径・配向制御膜3、磁性膜4を構成する粒子の粒子径(d1, d2)を表1に示したが、これは、それぞれの上記膜表面のTEM観察写真の粒子約300個の面積を実測し、粒子個々の面積を円近似することによる方法で、その直径を粒子径とした。

【0058】粒径・配向制御膜3、磁性膜4の結晶は、前者がCo₃O₄であり、後者は主要成分であるCoに起因するX線回折ピークからCo(002)に配向しており、磁化容易軸が基板面に垂直に成長していることが認められた。

【0059】粒径・配向制御膜3として、CoOおよびCr-20at%Tiを使用した場合についての実施例を表2, 3に示した。

【0060】粒径・配向制御膜3および磁性膜4の粒径の分布を示す指標である $\sigma_1/d1 \times 100$ の値は、CoOあるいはCr-20at%Tiが100重量%の場合(比較例: 試料No. 1)を除いて25%以下であった。

【0061】しかし、表2の試料No. 6, 7、表3の試料No. 6はX線回折でCoOあるいはCr-20at%Tiに起因するピークが認められず、結晶性が悪かった。

【0062】また、この場合もCo₃O₄と同様、粒子は酸化コバルトあるいはCr-20at%Tiが65~98重量%であり、他にSiO₂およびTiO₂が含まれていた。また、粒界はSiO₂+TiO₂が2~35重量%、残部がCoOあるいはCr-20at%Tiであり、この場合も磁性膜はCo(002)に配向しており、磁化容易軸が基板面に垂直に成長していることが認められた。

【0063】なお、本実施例の媒体の断面をTEMにより観察したところ、比較例以外は粒径・配向制御膜3の形態をよく反映した形で磁性粒子が成長しており、粒径・配向制御膜粒子の粒子径(d1)と磁性膜の粒子径(d2)との比(d1/d2)は比較例を除いて0.7~1.4の範囲に、また、磁性膜の膜厚(t)とd2との比(t/d2)は2~7の範囲であった。

【0064】次に、磁性膜4上に保護膜5として膜厚5nmのカーボン(C)膜を形成し、磁気記録媒体7とした。スパッタ時の条件は、放電ガスがAr、放電ガス圧力が5mTorr、投入DC電力は1.5kWである。

【0065】なお、本実施例では放電ガスにArを使用した。他に窒素を含むガスを用いてもよい。これによって、膜が緻密化し、性能を向上させることもできる。

【0066】また、磁性膜の磁気特性を測定した結果、比較例以外は保磁力が2kOe以上であり、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標である保磁力角型比 S^* が0.7~0.88であり、良好な磁気特性を有していた。この結果、磁性膜の結晶粒子サイズが小さく、そのサイズの分布が均一であることが分かった。

【0067】さらに、この磁気記録媒体7の表面に潤滑膜6を塗布、形成した後、磁気記録再生装置へ組み込み、記録再生特性を評価した。

【0068】図2は、本実施例における磁気記録装置の概略構造を示す斜視図である。磁気記録媒体7と、これを回転駆動させる駆動部8と、磁気記録媒体7に記録させる駆動部9と、磁気ヘッド10への信号入力と、磁気ヘッドからの出力信号の再生を行うための記録再生信号処理手段とを備えた磁気記憶装置である。

【0069】磁気ヘッド10は、再生ヘッドと記録ヘッドで構成され、再生ヘッドには単磁極型磁気ヘッドを用いた。磁気記録媒体に40Gb/in²に相当する信号を記録してS/Nを評価したところ、表1~3の比較例を除く実施例の媒体は、20~36dBの再生出力が得られた。一方、比較例として示した磁性膜では17~19dBの再生出力であった。

【0070】ここで、磁気力顕微鏡(MFM)により磁性膜の磁化反転単位を測定したところ、本実施例の試料は粒子2~3個分程度であり、十分に小さいことが分かった。また、MFMにより測定した磁化遷移領域のジグザグパターンが存在する領域も0.1μmと記録ヘッドのギャップ長以下であり、著しく小さかった。さらにまた、熱揺らぎや熱による減磁も発生しなかった。これは、磁性膜の結晶粒子サイズの分布が小さいことに起因している。

【0071】なお、Co₃O₄、CoO、Cr-20at%TiとSiO₂、TiO₂の混合比は適宜選択できるが、実施例に示したように粒径・配向制御膜3の粒子部分の組成がCo₃O₄、CoO、Cr-20at%Ti成分：65~98重量%と、SiO₂+TiO₂成分が35~2重量%の範囲を外れると、粒子部分の結晶性が低下し、その粒径・配向制御膜3上に形成した磁性膜4の粒径の標準偏差が大きくなり、記録媒体用の粒径・配向制御膜3として適正な機能が確保できなくなる。

【0072】なお、本実施例では基板としてガラスを使用した。AlやAl合金基板、プラスチックあるいはこれらの複合材を用いることも可能であり、基板サイズも変えることができる。

【0073】また、基板にNiP、CoCrZr、その他の基板表面を改質するための層を形成しても良い。さらに軟磁性膜2としてFe-78Niパーマロイを用いたが、軟磁性を示す材料であればこれに限定されるものではない。また、軟磁性膜、配向制御膜、磁性膜等の作用をする膜を複数層形成して、効果を高めることもでき

る。

【0074】なお、本実施例においては、粒径・配向制御膜3の結晶粒子がCo₃O₄、CoO、Cr-20at%Tiを用いた例で説明したが、酸化クロム、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化マンガン、酸化チタンあるいは酸化ニッケル、さらにCr、Ti、あるいは、これらの金属を主体とする結晶粒子とすることでも磁性膜の粒子を微細化し、その粒子サイズの分布を均一にすることができることを確認した。

【0075】また、添加材として酸化シリコン(SiO₂)と酸化チタン(TiO₂)のモル比が1:1の混合物を使用した場合について示したが、周期律表第I~V族の酸化物、窒化物、硼化物の少なくとも1種の物質が、本実施例で示した酸化シリコン(SiO₂)と酸化チタン(TiO₂)の混合物と同様、有効に作用することを確認した。

【0076】さらに、Co₃O₄、CoO等にイオン半径の異なる金属(例えば、クロム、鉄あるいはニッケルの酸化物)を添加してもよいことも確認した。また、Cr-20at%Ti以外の金属、あるいは、それらの合金も粒径・配向制御膜3の結晶粒子とすることでも磁性膜4の粒子を微細化し、その粒子サイズの分布を均一、かつ、磁性膜の配向性を確実にすることができることを確認した。

【0077】〔実施例2〕本実施例における磁気記録媒体の模式断面図を図3~図7に示す。本実施例では、Co系非晶質軟磁性膜2'であるCo-5at%Fe-20at%Bの膜を50nm形成後、Ni、Feを主成分とする軟磁性材料95重量%、酸化シリコン(SiO₂)と酸化チタン(TiO₂)のモル比1:1の混合物5重量%からなるものをターゲットに用い、10nm膜厚の軟磁性膜2'を形成した。スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入電力は1.5kWとした。

【0078】その後、

(1) 実施例1に相当する条件で磁性膜4を形成(図3)

(2) 実施例1、表1のNo.3に相当する条件で粒径・配向制御膜、磁性膜を形成(図4)

(3) 比較例としてCo系非晶質軟磁性膜の上にNi、Feを主成分とする軟磁性材料のみの軟磁性膜を積層した後、実施例1に相当する条件で磁性膜4を形成(図5)

(4) 比較例として、Co系非晶質軟磁性膜であるCo-5at%Fe-20at%B膜を60nm形成後、実施例1に相当する条件で磁性膜4を形成(図6)

(5) 比較例として、Ni、Feを主要成分とする軟磁性材料95重量%、酸化シリコン(SiO₂)と酸化チタン(TiO₂)のモル比1:1の混合物5重量%からなるものを焼結ターゲットに用い、60nm膜厚の軟

磁性膜を形成後、実施例1に相当する条件で磁性膜を形成(図7)した媒体を作成した。

【0079】これらの媒体を電子顕微鏡により観察したところ、1)は、Ni、Feを主成分とする軟磁性膜2'の平均粒径(d_s)が14nm、標準偏差(σ_s)/ d_s が18%であり、軟磁性膜2'上に形成した磁性膜4の平均粒径(d_m)14.8nm、標準偏差(σ_m)/ d_m が17.5%であった。両者の粒径がほぼ同等で粒径の分散も小さく、磁性膜の粒径が軟磁性膜に制御されていた。また、磁性膜の配向性もCo(00.2)であった。

【0080】2)は、Ni、Feを主成分とする軟磁性膜2'の平均粒径(d_s)が14nm、標準偏差(σ_s)/ d_s が18%であり、軟磁性膜2'上に形成した粒径・配向制御膜3の平均粒径(d_g)14.4nm、標準偏差(σ_g)/ d_g が15.1%であった。

【0081】さらにその上に形成した磁性膜4の平均粒径(d_m)14.8nm、標準偏差(σ_m)/ d_m が16.1%であった。

【0082】上記1)と比べると、より磁性膜の粒径およびその分散が粒径・配向制御膜の形成により制御されていることが認められた。また、磁性膜の配向性もCo(00.2)であった。

【0083】3)は、Ni、Feを主成分とする軟磁性膜2の平均粒径(d_s)が19nm、標準偏差(σ_s)/ d_s が27%であり、軟磁性膜2上に形成した磁性膜の平均粒径(d_m)が20.4nm、標準偏差(σ_m)/ d_m が32%であった。

【0084】1)、2)に比べて粒径が大きいことに加え、粒径の分散も大きい。軟磁性膜に酸化シリコン(SiO_2)と酸化チタン(TiO_2)のモル比1:1の混合物を添加剤として形成した膜の粒径およびその分散が制御されており、それが磁性膜の粒径・配向をも良好に制御するものであることが認められた。

【0085】4)は、非晶質の軟磁性膜2''であり、ここで作製した軟磁性膜2''上に磁性膜を形成したが、磁性膜の粒径・配向は全く制御されていなかった。

【0086】5)は、軟磁性膜2'の平均粒径(d_s)が16nm、標準偏差(σ_s)/ d_s が18.6%であり、軟磁性膜上に形成した磁性膜の平均粒径(d_m)が15.8nm、標準偏差(σ_m)/ d_m が18.2%であった。両者の粒径がほぼ同等で粒径の分散も小さく、磁性膜の粒径が軟磁性膜に制御されていた。また、磁性膜の配向性もCo(00.2)であった。

【0087】これらの媒体について磁気特性を測定した結果、1)、2)は保磁力がそれぞれ2.9、3.1kOeであり、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標である保磁力角型比 S^* がそれぞれ0.84、0.88であり、良好な磁気特性を有していた。

【0088】一方、3)は保磁力が1.8kOeであ

り、保磁力角型比 S^* がそれぞれ0.77であった。

【0089】4)は保磁力が1.6kOeであり、保磁力角型比 S^* がそれぞれ0.67であり、満足できる磁気記録媒体としての特性を示すものではなかった。

【0090】5)は保磁力が1.8kOeであり、保磁力角型比 S^* がそれぞれ0.68であった。軟磁性膜2'が磁性膜の粒径・配向制御をしていたが、磁気記録媒体としての特性は満足できるものではなかった。これは軟磁性膜全体を酸化シリコン(SiO_2)と酸化チタン(TiO_2)のモル比1:1の混合物を添加することによって、軟磁性結晶を非晶質粒界で区画してしまったために、磁区の境界が束縛されてしまい、磁界の移動が容易にできなくなったためであると考えられる。

【0091】これらの結果から、軟磁性膜を複数層形成すること、さらに軟磁性膜材に添加材(本実施例の場合は SiO_2 と TiO_2 のモル比1:1の混合物)を使用することにより、媒体特性を向上させることができること、特に、軟磁性膜材に添加材(本実施例の場合は SiO_2 と TiO_2 のモル比1:1の混合物)を使用した膜を形成する場合は、軟磁性膜が粒径・配向制御膜の機能を兼ねることができていることが分かる。

【0092】しかし、この場合は軟磁性膜を複数層形成し、さらに磁性膜4側の軟磁性膜は軟磁性膜材に添加材を添加した膜を、基板1側には軟磁性膜材のみの膜を形成することが効果的である。

【0093】[実施例3]図8は、本実施例における磁気記録媒体の模式断面図である。本実施例では実施例1、表1のNo.3に相当する条件で粒径・配向制御膜3を形成した後、Ptを12at%含むCoCrPtTaを成分とする磁性材料95重量%に、 SiO_2 が5重量%からなるものを焼結ターゲットに用い、15nm膜厚の磁性膜を形成した。スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入電力は1.5kWとした。

【0094】磁性膜を形成した媒体の断面を電子顕微鏡により観察したところ、粒径・配向制御膜の形態をよく反映した磁性膜が成長しており、粒径・配向制御膜の粒子と磁性膜の磁性粒子はほぼ同じサイズであった。磁性粒子の粒径分布を求めたところ、標準偏差(σ)/粒径(d)が15%であった。このように磁性膜の粒子はそのサイズの分布が均一であることが分かった。

【0095】また、磁性膜の磁気特性を測定した結果、保磁力が3.4kOeであり、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標である保磁力角型比 S^* が0.91で、良好な磁気特性を有していた。このことから、磁性膜にも添加材を使用することにより、媒体特性をより向上させることができることが分かった。

【0096】[実施例4]基板として直径2.5インチのガラス基板を用いた。基板上に、Tiターゲットを用いてスパッタ法により5nmの膜を形成した。その

後、硫酸ニッケル、硫酸第一鉄、硫酸コバルトを溶解してpH3.0に調製した水溶液に基板を浸漬し、電流密度 2 A/cm^2 で電気メッキして400nmの軟磁性膜を形成した。この基板を300℃で1時間熱処理し、記録媒体形成用の基板とした。

【0097】この基板に実施例1、表1のNo.3に相当する条件で粒径・配向制御膜、磁性膜を形成し、媒体の断面を電子顕微鏡により観察したところ、軟磁性膜の粒径は14nmであり、粒径・配向制御膜、磁性膜共に軟磁性膜の形態をよく反映した形で成長しており、軟磁性膜、粒径・配向制御膜の粒子と磁性膜の磁性粒子はほぼ同じサイズであった。

【0098】磁性粒子の粒子径分布を求めたところ、標準偏差(σ)/粒径(d)が17%であった。このように磁性膜の粒子は、その粒子サイズの分布が均一であることが分かった。

【0099】〔実施例5〕図9は、本実施例における磁気記録媒体の模式断面図である。基板として直径2.5インチのガラス基板を用いた。基板上に、軟磁性膜2としてFe-78Niパーマロイを用い、アルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜し、膜厚20nmとした。その後基板を250℃に加熱し、CoOが95重量%でSiO₂+TiO₂が5重量%より成るターゲットを用いて、第1層目の粒径・配向制御膜を5nm形成後、Co-35at%Crが95重量%でSiO₂が5重量%より成るターゲットを用いて、第2層目の粒径・配向制御膜を5nm積層して粒径・配向制御膜3、3'とした。

【0100】スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5mTorr、投入電力は1.5kWとした。その後、CoCrPtTa系磁性膜をアルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。温度は250℃に維持した。

【0101】次いで、実施例1、表1のNo.3に相当する条件で磁性膜等を形成し、この媒体の特性を評価した結果、良好な磁気特性を示し、積層タイプの粒径・配向制御膜の有効性を確認した。

【0102】〔実施例6〕基板として直径2.5インチのガラス基板を用いた。基板上に、軟磁性膜としてFe-78Niパーマロイを用い、アルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜し、膜厚を5~500nmとした。その後、基板を250℃に加熱し、CoOが95重量%でSiO₂+TiO₂が5重量%より成るターゲットを用いて、第1層目の粒径・配向制御膜を5nm形成後、Co-35at%Crが95重量%でSiO₂が5重量%より成るターゲットを用いて、第2層目の粒径・配向制御膜を5nm積層して粒径・配向制御膜とした。スパッタ時の放電ガスには純Arを使用し、放電ガス圧力は5m

Torr、投入高周波電力は1.5kWとした。

【0103】次いで、CoCrPtTa系磁性膜をアルゴンガス圧2mTorr、スパッタ電力1.5kWでDCマグネトロンスパッタ法により成膜した。温度は250℃に維持した。その後、実施例1に相当する条件で保護膜、潤滑膜、磁性膜等を形成してこの媒体の諸特性を評価した結果を表4に示す。

【0104】

【表4】

表 4

試料NO.	軟磁性膜 厚さ(nm)	保磁力Hc (Oe)	記録密度 D50(kFCi)	備考 比較例
1	5	1950	195	
2	10	2300	240	
3	50	3100	235	
4	100	3300	255	
5	300	3250	265	
6	400	3400	260	
7	500	3300	245	

【0105】表4には各媒体の保磁力を振動型磁力計(VSM)で測定した結果と、記録再生特性を記録再生分離型の磁気ヘッド用いて測定した結果を示した。

【0106】記録特性は、低周波の再生出力の半分になる出力半減記録密度(D50)を測定した。表から分かるように、軟磁性膜の厚さが10nm以上において保磁力2kOe以上の値が得られ、かつ、出力半減記録密度(D50)の値も改善できる結果が得られた。

【0107】本発明で軟磁性膜の厚さを400nm以下としたのは、媒体特性からの制約ではなく、工業的に400nmを超える厚い膜を形成することが得策でないためである。

【0108】

【発明の効果】本発明によれば、基板上に軟磁性膜、粒径・配向制御膜、磁性膜を結晶粒子サイズ、および、その粒子分布を制御し形成することができる。これにより、低ノイズで、熱揺らぎや熱減磁が抑制された垂直磁気記録媒体が実現できる。

【0109】また、磁性膜の結晶配向性の制御が可能であるため、高密度記録に適した配向を有する磁性膜とすることができる。

【0110】さらに、磁性膜の結晶粒子間の距離を制御できるので、磁性膜の結晶粒子間の相互作用を低減することができ、これにより、低ノイズで磁区が微細化された磁気記録媒体が得られ、高密度記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図2】磁気記録装置の概略構造を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図4】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図5】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図6】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

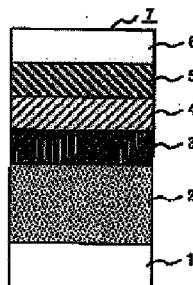
【図7】本発明の実施例2の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

【図8】本発明の実施例3の垂直磁気記録媒体の模式断面図である。

*10

【図1】

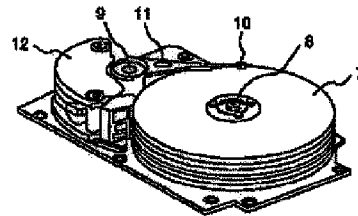
図 1



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒徑・配向制御膜 4…磁性膜
5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図2】

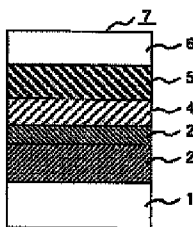
図 2



7…垂直磁気記録媒体 8…駆動部（回転） 9…駆動部（記録）
10…磁気ヘッド 11…磁気ヘッドアーム 12…ボイスコイルモーター

【図3】

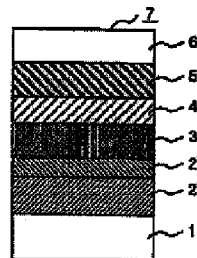
図 3



1…基板 2'…軟磁性膜+添加材 2''…軟磁性膜（非晶質）
4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図4】

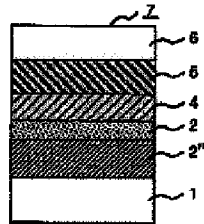
図 4



1…基板 2'…軟磁性膜+添加材 2''…軟磁性膜（非晶質）
3…粒徑・配向制御膜 4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜
7…垂直磁気記録媒体

【図5】

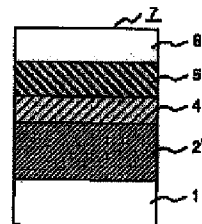
図 5



1…基板 2…軟磁性膜 2'…軟磁性膜 (非晶質) 4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図6】

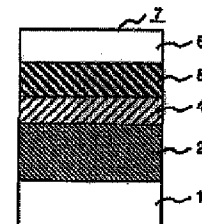
図 6



1…基板 2…軟磁性膜 (非晶質) 4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図7】

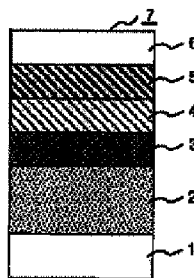
図 7



1…基板 2'…軟磁性膜+添加材 4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図8】

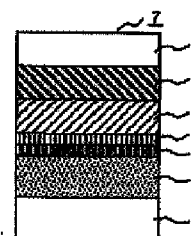
図 8



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒徑・配向制御膜 4'…磁性膜+添加材 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

【図9】

図 9



1…基板 2…軟磁性膜 3…粒徑・配向制御膜 3'…粒徑・配向制御膜 4…磁性膜 5…保護膜 6…潤滑膜 7…垂直磁気記録媒体

フロントページの続き

(72)発明者 内藤 孝

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 山本 浩貴

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 本田 光利

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 平野 辰巳

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 研

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 小園 裕三

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 5D006 BB02 BB06 BB07 CA01 CA03

CA05 CA06 DA03 DA08 FA09

5D112 AA03 AA04 AA05 AA24 BB05

BB06 BB07 BD02 BD03 BD04

BD05 FA04 FB04